

전술 항공정찰 체계 발전 방향 (2)



高 在 一
공군 항공사업단, 공군 대령

새로운 전술 정찰장비의 개발은

美 공군 이외에도 美 해군과 해병대에서도 F-14와 F-18 전투기에 장착 가능한 전술 정찰용 장비의 개발이 추진되고 있으며, 영국에서는 Tornado를, 프랑스에서는 Mirage와 Rafale을, 이스라엘, 덴마크, 네덜란드 등은 F-16을 유인 전술 정찰기로 사용하기 위해 새로운 전술정찰 체계를 자체 개발하거나 합작 생산을 추진하고 있다.

• 전술 항공정찰 임무수행

*임무 수행 준비

전 술항공 정찰임무 수행준비 내용은 전투 비행부대에서 공대지 임무를 수행하는 것과 별로 다른 것이 없다. 각 군에서 요청되는 촬영요구 표적들을 공지합동 작전예규에 의거 처리하여 정찰비행 부대에 지시한다.

정찰임무 조종사는 임무명령 내용을 확인하고 임무지역 기상, 특히 구름의 높이와 양, 시정, 태양각도 등과 표적의 성질, 은폐/엄폐 정도, 표적 지역 적 위협, 주변환경 등을 고려하여 표적 촬영 Pattern과 적절한 카메라를 선정한 다음 적지 침투를 위한 경로를 선정하고 알맞은 항공기 외장을 결정한다.

임무수행은 통상 2기 단위로 수행하며 1대는 예비기로서 역할을 수행한다. 야간인 경우나 복좌 항공기인 경우는 단기 임무 수행도 실시한다.

*임무수행

전술 항공정찰 임무 수행을 위해서 고려해야 할 몇가지 중요한 사항으로 표적의 종류, 정찰 센서의 종류, 카메라인 경우 초점거리, 적위험 등이 있다.

표적의 종류는 크게 3가지로 대별하는바 점표적은 통상 단일 좌표로 주어지며, 선표적은 2개 이상의 좌표가 선으로 연결되고 지역표적은 3개 이상의 좌표가 연결되어 하나의 지역을 나타내게 된다.

임무 명령에 이러한 표적의 종류가 주어질 때 표적의 성질과 요구자의 의도가 일부 명시된다. 정찰 조종사와 판독을 주관하는 정보 담당관은 표적 종류와 표적의 성질, 요구자의 의도를 고려하여 임무수행에 적절한 센서와 수직, 전방, 후방 등의 카메라 선택 및 초점거리를 설정하며, 표적의 종류만 주어질 때는 조종사와 정보담당관이 상의하여 영상수집 및 판독에 적절한 센서

와 카메라 선택, 초점거리를 설정한다.

센서와 카메라 선택, 초점거리가 설정되면 이에 따라 촬영 고도가 결정된다. 또한 표적의 임무수행 방법이 결정되기도 한다. 정찰임무 수행 센서의 선택은 임무 수행 환경과 내용에 따라 결정되며 센서의 선택이 촬영 방법을 결정 짓기도 한다.

임무수행 환경은 주간, 야간, 전천후 등과 관계되며 임무수행 내용은 관독을 위해 수직, 전방, 측방 촬영요구 또는 위장, 은폐/엄폐 등의 표적 촬영의 특수목적과 관련된다.

이러한 센서의 종류에는 광학, 전자광학, 적외선, 레이더(SAR)가 활용되고 있으며 광학, 전자광학은 주간에, 적외선은 주·야간에 사용 가능하며, 레이더는 주·야간 전천후 사용이 가능하나 관독을 위한 해상도와 임무수행 목적에 따라 선별하여 사용한다.

또한 센서는 구성형태에 따라 촬영방법이 결정되는바 한컷 한컷을 찍어가는 Frame(필름, Area Array CCD) 방법과 일정하게 훑어가면서 영상을 촬영하는 파노라마 또는 Pushbroom/Panscan(필름, Liner/TDI CCD) 방법이 있다. 통상적으로 Frame 방법은 적에게 노출이 적게

요구될 때 사용하면 좋다.

고도별 임무 수행은 광학인 경우 초점거리에 따라, 전자광학인 경우 초점거리와 CCD의 능력에 따라, 적외선인 경우에는 CCD의 능력 또는 주파수 특성에 따라 레이더의 경우에는 주파수 특성에 따른 분해도에 따라 표적으로부터의 거리가 정해지면 고도가 결정된다.

고도 결정의 다른 요인으로는 적위협 도달 범위 및 고도와 표적지역 촬영 범위가 고려된다. 적 위협 도달 범위 및 고도에 따라 촬영전술이 결정되기도 한다. 저 위협 지역일 경우 표적 지역상공 또는 가까이에서 촬영 가능하며, 고 위협 지역인 경우 Stand-off 촬영이 불가피하다.

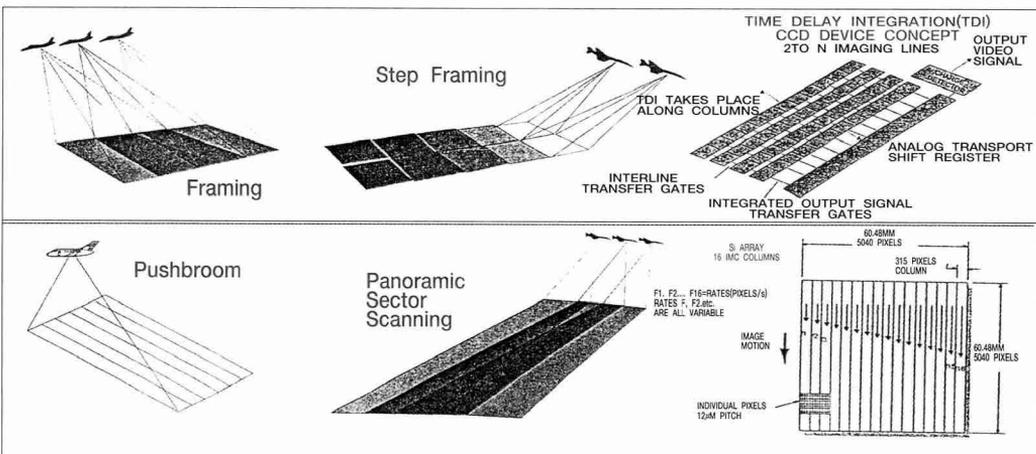
촬영 Pattern의 결정은 이러한 위협 요소를 고려하여 Box 또는 Pop up으로 임무를 수행한다. 고 위협 지역 표적 촬영시 카메라 선택에 따른 Pop up Pattern의 임무수행 Profile은 P.60 와 P.61의 그림과 같다.

최신 전술 항공정찰 체계와 발전 추세

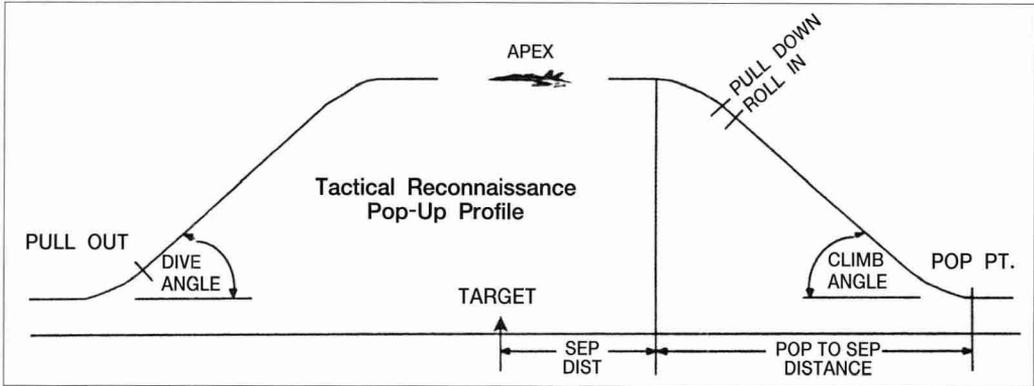
· 영상정보 수집장비의 최근 개발동향 분석

'95년 美 공군 포글맨 참모총장은 전술정찰기

CCD에 따른 촬영방법



임무수행 Profile



인 RF-4C의 퇴역과 무인 정찰기(RPV) 개발의 불확실성을 고려하여 F-16 전투기에 새로운 디지털 정찰장비를 개발하여 장착하고, 근접 항공 지원과 전술 항공정찰의 다목적 임무수행 능력을 부여하도록 결정하였다.

美 공군에서 유인 전술 정찰기의 필요성을 재검토하고 장비를 개발하게 된 이유는 유인전술 정찰기의 가장 큰 이점이 임무 수행에 있어 많은 융통성을 가질 수 있기 때문이다.

즉, 조종사는 현장의 상황 인식이 신속할 뿐만 아니라 급변하는 전장 상황에도 즉각 대처할 수 있는 능력을 가지고 있으나, 무인 정찰기는 기상 불량시 기동성이 크게 떨어진다든가 적의 위협에 취약해져 상황 변화에 따른 대처 능력이 없다는 등의 임무수행 효과에 큰 제한이 있기 때문이다.

새로운 전술 정찰장비의 개발은 美 공군 이외에도 美 해군과 해병대에서도 F-14와 F-18 전투기에 장착 가능한 전술 정찰용 장비의 개발이 추진되고 있으며, 영국에서는 Tornado를, 프랑스에서는 Mirage와 Rafale을, 이스라엘, 덴마크, 네덜란드 등은 F-16을 유인 전술 정찰기로 사용하기 위해 새로운 전술정찰 체계를 자체 개발하거나 합작 생산을 추진하고 있다.

미국의 경우 전술항공 정찰기에 장착할 최신

영상수집 장비의 개발 현황으로는 Lockheed Martin(과거 Fairchild사)사가 감시용(초점거리 66인치, 12,000 Pixel/Line Array CCD)과 전술용(초점거리 3, 6, 12인치, 4,000×4,000Pixel/Area Array CCD)을 개발 완료하여 일부는 운용 중에 있다.

ROI사는 감시용(초점거리 76인치, 5,000×5,000Pixel/Area Array CCD)을 개발중이며, 2,000×2,000Pixel로 일부 완료된 전술용은 5,000×5,000Pixel급으로 성능개량 중에 있고, Hughes-Itek사는 감시용(초점거리110인치, 12,000Pixel/Liner Array CCD)을 개발 중에 있다.

이들 장비는 美 공군(F-16)과 美 해군/해병대(F-14, F-18)가 보유한 전투기에 장착 가능하며, 기본적으로는 내장형을 채택하고 있으나 항공기 내부의 수용 공간이 부족한 항공기에 대해서는 외장형 Pod에 탑재할 수 있도록 개발되고 있다. (참고: 상기 장비들의 개발에 따른 시험평가는 대부분 RF-4C를 통해 수행되었음)

프랑스의 경우에는 Thomson-CSF사에서 Mirage 및 Rafale 항공기에 장착하기 위해 감시용과 전술용(초점거리 66/60인치, Linear Array CCD)을 동일 Pod내에 교대로 장착이 가능하도록 개발중에 있다.

이스라엘의 경우에는 ELOP사에서 F-16에 장착할 감시용(초점거리 96인치, 10,000Pixel/Linear Array CCD)을 개발중에 있다.

현재 개발되었거나 개발 중인 상기의 장비들의 성능을 비교할 때, 그 성능은 카메라의 초점 거리로만 결정되는 것이 아니라 렌즈의 구경, Pixel의 형태, Pixel의 수 등의 함수관계에 의해 결정되기 때문에 성능을 비교하려면 반드시 구체적인 검토가 필요하다.

CCD의 선택에 있어서 전술정찰 항공기에 장착하는 것은 중·저고도에서 고속으로 기동하면서 짧은 노출시간에 표적을 정확하게 촬영해야 하는 관계로 영상의 흐림과 흔들림을 최대한 방지할 수 있는 Frame 촬영 방식이 적용되는 Area Array CCD가 매우 유리하다.

감시용은 Pixel수가 많아 해상도가 좋은 TDI 혹은 Linear Array CCD를 주로 사용하고 있으나, Scanning 방식의 촬영을 해야 하는 관계로 촬영 비행 동안에 반드시 일정한 고도, 속도 및 자세를 유지해야 하고(그렇지 않으면 영상이 일그러짐), 센서의 작동 특성상 영상의 흐림 현상을 완전히 제거할 수 없으며, 수만 개의 Pixel중 단 한 개의 Pixel이 고장 나더라도 영상에 굵은 것과 같이 일정한 선이 나타나는 단점이 있다.

ROI사는 최근 5,000×5,000Pixel을 가진 Area Array CCD를 사용하여 Frame 촬영 방법을 채택한 감시용 카메라를 최초로 개발하여 성능 테스트를 완료하였다.

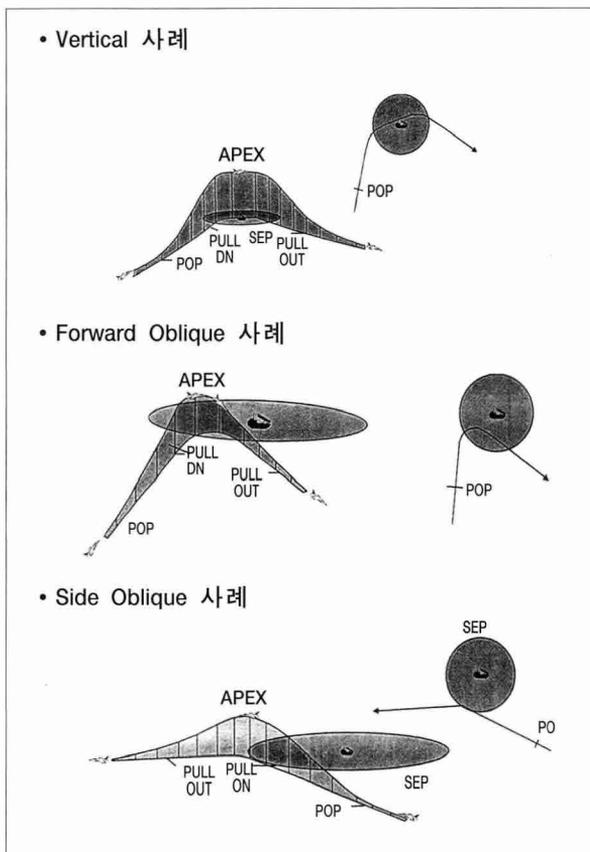
그러나 이 방법으로 촬영한 영상은 단위 면적당 감응 가능한 Pixel의 수가 Linear Array CCD(10,000~12,000Pixel)에 비해 떨어져 해상도가 낮고 Data

Link 체계가 개발되지 않은 단점이 있다. 다만 CCD의 개발 추세를 고려해 볼 때 향후에는 Array CCD의 Pixel 수와 대등하거나 그 이상의 Pixel의 수를 가지는 CCD 개발이 가능할 것이므로 장차 개발될 감시용 장비에도 Area Array CCD가 사용될 것으로 판단된다.

CCD의 선택은 Datalink 채택 여부와도 직결된다. 美 해병/해군의 F-18 항공기에 장착할 목적으로 개발중인 ATARS의 E.O 카메라 CCD는 Lockheed Martin사가 개발한 선형 CCD(Linear CCD)로 채택하였다.

이것은 기존의 Data Link System이 선형 CCD에 적합하도록 되어있으며 Data Link 능력을 해야겠다는 원칙을 고수함으로써 나타난

임무수행 Profile 사례



美 공군과 해병/해군의 ATARS 능력 비교

구 분	기 종	장착부위	SAR	EO	1R	Data link
美 공군	F-16	동체 중앙하부 Pod형	×	능력구비	능력구비	×
美 해군	F-18	전방동체 내부 (Data link는 동체 중앙 하부 Pod형)	능력구비	능력구비	능력구비	능력구비
비 고	*F-16은 동체중앙하부의 Clearance가 부족하여 특수 Pod를 제작하여 사용함. 때문에 구경이 크고 긴 초점거리의 카메라는 장착이 곤란하며 카메라 종류도 동시에 다양하게 구비하지 못할 것으로 판단됨.					

결과로 판단된다.

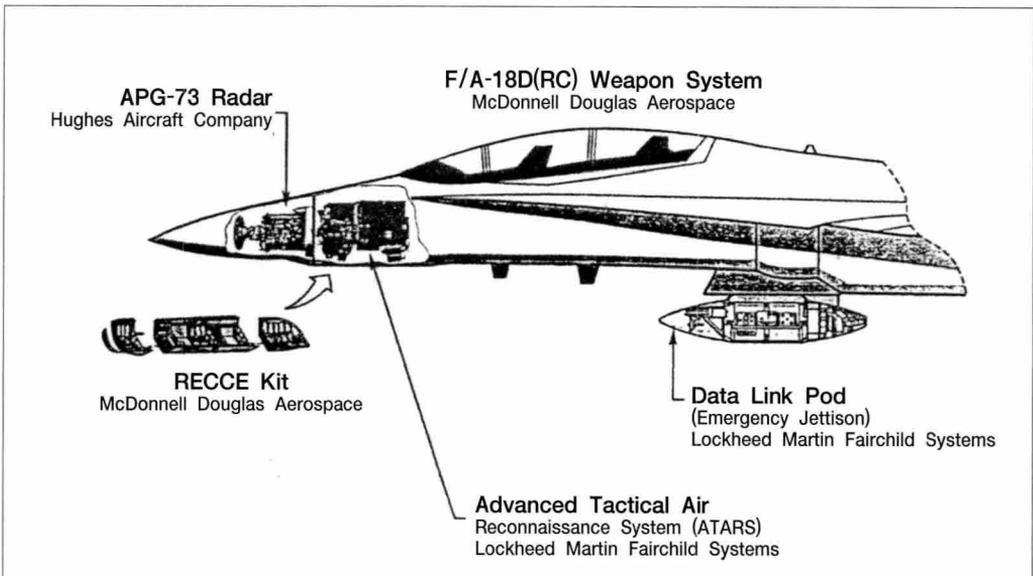
美 공군은 F-16 항공기에 장착할 ATARS의 E.O 카메라 CCD를 ROI사가 개발한 사각형의 Area Array CCD로 채택하여 시험 운용중에 있다. 이것은 중·저고도에서 고속으로 기동하면서 임무를 수행해야 하는 전술 항공정찰기의 임무 성공률 및 생존성을 증가시키기 위한 것으로 판단되고, ROI사의 기술진에 의하면 Area Array CCD를 장착하여 시험운용중인 Frame 카메라의 Data Link System은 신호처리(Process)능력 문제로 인하여 지금까지 개발되지 않았으며 향후 개발할 계획이다.

Frame 카메라에 Data link 능력이 갖추어진 전술 항공 정찰기의 E.O 카메라는 대부분 Area Array CCD를 사용할 것으로 판단된다.

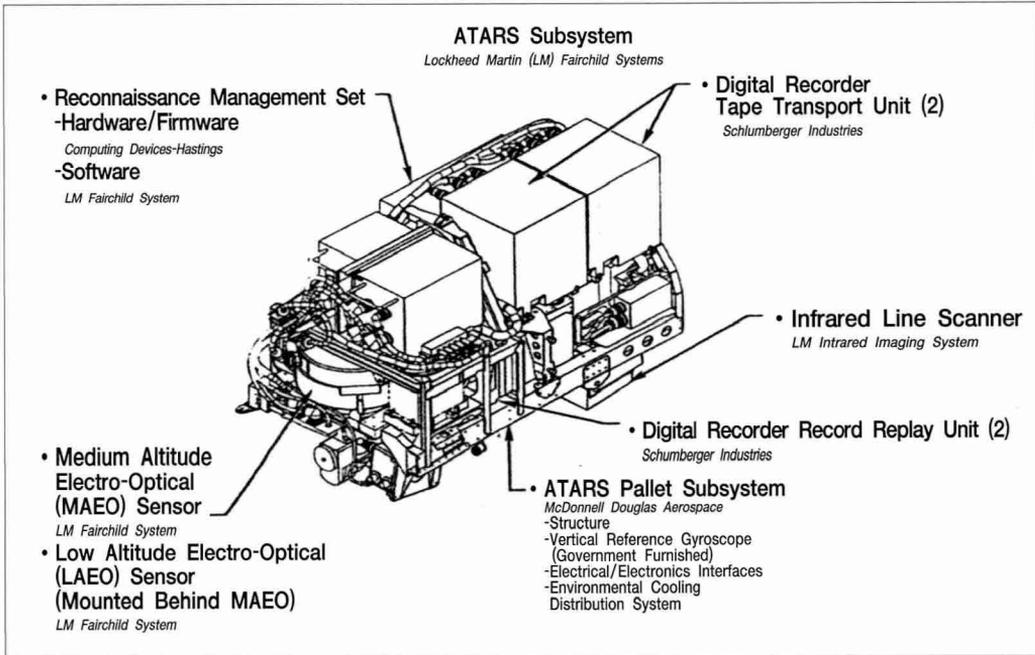
美 공군과 해병/해군에서 채택하여 개발하고 있는 ATARS의 전체적인 구상을 정리해 보면 다음과 같다.

먼저 美 공군은 F-16 항공기를 항공정찰과 근접지원 임무 수행이라는 2중 역할을 담당토록 하였다. 기존 F-16 항공기의 작전수행 성능을 그대로 유지하면서 ROI사에서 개발한 ATARS를 동체 중앙 하부에 전술 항공 정찰용 Pod로 장착 운용할 수 있도록 하였다. 정찰용 Pod 내에는 주

F-18D(RC)의 ATARS 구성도



F-18 ATARS 세부 구성내용



간용으로 초점거리 3~12인치인 E.O Frame 카메라(Area Array CCD 사용)와 주간 특수목적 및 야간 임무수행을 위한 적외선 Line Scanner(8~12 μm 전자파에 감응)를 구비할 것이다.

최근 적외선 Line Scanner는 IR CCD(3~5 μm 전자파에 감응)가 개발됨에 따라 IR Frame 카메라로 바꾸기 위한 시험중에 있다. Data link는 Area Array CCD를 채택 사용함에 따라 지금까지 능력이 구비되지 않았다.

한편 美 해병/해군은 F-18D형 항공기를 전술 항공정찰 임무 전용으로 사용할 계획을 수립하고 대대적인 항공기 개조작업을 수행하였다. 먼저 기수에 장착된 APG-73 RDR(휴즈사 제작) 뒤에 위치한 기총을 제거한 뒤 ATARS(록히드 마틴사 제작)를 장착하며 Data link는 비상시 Jettison이 가능하도록 하여 동체 중앙 하부에 Pod로 장착할 계획이다.

ATARS를 구성하는 E.O카메라는 선형인

Linear 또는 TDI CCD를 사용함으로써 Scanning 방법과 유사한 Pushbroom Coverage 능력을 구비토록 하고 적외선 Line Scanner(IRLS) 능력도 구비할 계획이다.

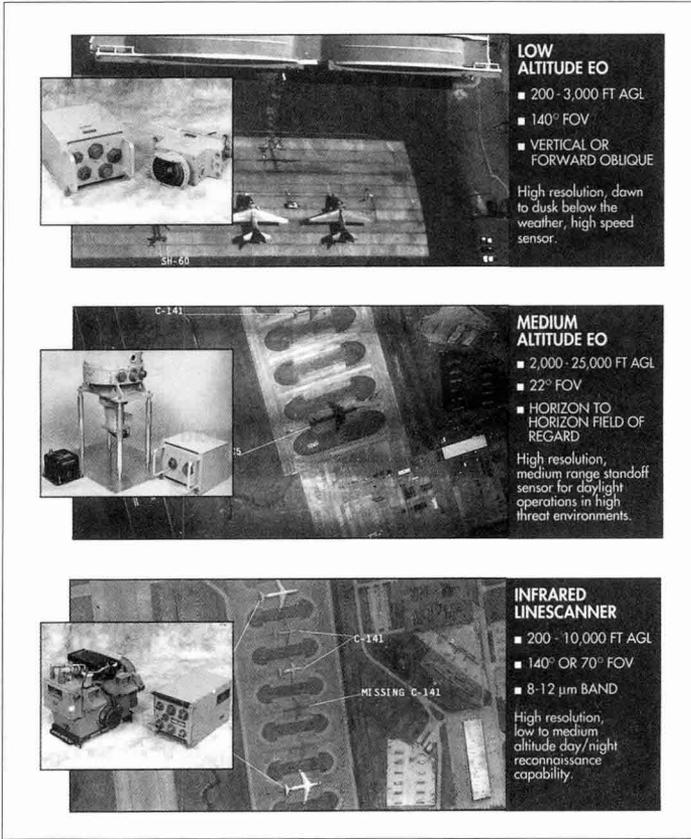
따라서 RDR 영상을 이용한 전천후 영상 수집과 E.O/IRLS 영상으로 주·야간 전술 항공정찰 임무 수행이 가능토록 하면서 Data Link로 수집영상의 실시간 전송 능력도 갖추게 될 것이다.

한국 공군에서 정보화시대에 적합한 진보된 전술 항공정찰 능력을 갖추기 위해서는 美 공군과 해병/해군의 ATARS계획중 어떤 체계가 한국공군 실정과 작전환경에 더 적합한지 면밀히 비교 검토해야 할 것이다.

美 공군과 해병/해군이 개발하고 있는 ATARS 구비능력을 요약 정리하면 P.62의 표와 같다.

美 해병/해군에서 현재 개발중인 ATARS의

F-18 ATARS 체계와 센서의 기능



F-16에 장착하였던 디지털 카메라는 ROI (Recon Optical, Inc.)제품으로 필름 대신에 카메라 내부에 픽셀 (영상 구성 분자들)이라고 하는 약 400만개의 감광성 분자들이 얇은 막에 붙어있다.

기술적으로 말하면 센서는 가시광선보다 넓은 광역의 전자파에 감응하는 초점면 전하 결합 영상소자(CCD FPA : Charge Coupled Device Focal Plane Array)라고 부른다. 카메라는 한 Frame당 4Mb 디지털 파일로 영상을 마그네틱 테이프에 만들어진 저장하는 레코더에 보내주며 이 레코더(Ampex Corp.사 제작)는 U-2기와 SR-71 기타 다른 정찰기에서도 사용하고 있다.

구성도와 개략 성능은 P.62, P.63 및 위의 그림과 같다.

•美 공군 F-16용 전술 항공정찰 체계

*전술 항공정찰 체계 능력 및 작전운동

1995년 美 공군 참모총장으로 포글맨 장군이 취임하여 F-16전투기에 새로운 정찰장비를 장착하기로 결정하고 록히드 마틴사와 ROI는 1995년 5월에 장비설계, 제작 및 시험평가를 계약하였다. 그리하여 최초의 개발장비 2대는 5개월 이내에 납품되었다.

최신 디지털 영상 정찰장비의 가장 큰 장점은 영상을 사진으로 제작하고 전파하는 속도가 대단히 빠르다는 점이다.

최대 영상촬영 속도는 초당 2.5 후레임이며, 한 개의 테이프 총용량은 48Gb로서 한시간 이상 계속 비행시 약 12,000장의 영상을 촬영하여 저장할 수 있다고 한다.

이 영상들은 컴퓨터에 입력 저장할 수 있고 거의 동시에 볼 수 있게되어 필름을 현상하는데 소요되었던 시간을 절약하고 많은 장비들이 불필요할 것이다.

이러한 디지털 영상은 전통적인 필름보다 몇 가지 이점을 주고 있다. 필름보다 더 쉽게 사진을 재생산할 수 있으며, 즉석에서 암호화까지도 가능하고 통신위성이나 전화선 또는 컴퓨터 전선망을 통한 전파가 가능하다. 또한 영상의 가치를 높여주고 있는 것은 영상의 조정, 확대, 밝기,

명암의 대조 등이 용이한 점이다.

더욱이 디지털 시스템의 센서는 가시 스펙트럼의 연장선 후면까지 식별이 가능하여 눈에 잘 보이지 않는 것들도 찾아낼 수 있다. 따라서 필름과 달리 거의 어두운 상태에서도 유효한 영상을 잡을 수 있기 때문에 새벽이나 박모에서도 항공정찰 임무에 투입할 수 있을 것이다.

Frame 카메라는 다른 유사한 제품에 비해 상당한 전술적 장점을 가지고 있다고 판단된다. 다른 E-O센서는 광역초점면 배열장치(Large-Area, focal plane arrays)의 Area Array CCD 대신에 선형(LINEAR) 방식의 CCD를 구비하고 있다. 그것들은 라인스캐너(Line Scanners)라고 부르는데 그 이유는 촬영지역을 작은 부분으로 나누어 한번씩 스캐닝(Scanning : 走査)하여 영상을 만들기 때문이다.

이 방법을 쓸 경우 정찰기는 영상 촬영중에 항공기를 안정시키고 기동을 하지 않는 비행경로를 유지하여야 한다. 따라서 이러한 센서들은 적 위협지역에서 항공기 노출시간을 오래 유지해야 하므로 생존성 측면에서 매우 취약하다고 판단되기 때문이다.

Frame 카메라는 기본적으로 표적 지역에서 순간촬영(Snap Shot)으로 표적을 찍을 수 있다. 그리고 기동중에도 영상을 잡을 수 있을 것이다.

카메라 작동은 조종석 내의 좌측 콘솔에 있는 작은 패널에서 작동시킨다. F-16에 장착된 패널은 덴마크의 Terma 전자회사에서 제작하였는데, 기존의 전자대응 통제패널 위치에 카메라 조종패널을 두고 헤드업 디스플레이 패널은 콘솔의 뒤쪽으로 이동시켰다. 패널에는 정찰장비를 켜고 끄는 ON, OFF 스위치와 정찰장비 작동모드 선택, 파라미터 및 메뉴 디스플레이 등 4가지 다기능 버튼이 각각 별개로 있다.

영상 촬영시 카메라는 하방각도(Look-down

angles)를 15도 또는 30도로 맞춰주며 카메라 렌즈는 초점거리 3, 6, 12인치 짜리중 하나를 선택하여 끼워준다. 카메라 각도와 렌즈를 맞춰주는 것은 지상에서 정비요원이 하며 비행중에는 조정할 수 없다.

카메라는 F-16데이터 버스로부터 INS와 레이다 고도자료를 받는다. 이러한 정보는 항공기 고도 및 속도를 정확히 맞춰줌으로써 영상이 잘못 나오는 것을 감소시킬 수 있을 것이다.

이런 컨트롤은 자동적으로 이루어지게 되며 동시에 카메라는 표적지역 촬영시 최적의 후레임 속도를 결정하는데도 INS와 레이다 고도자료를 사용한다.

각 후레임은 상세한 판독을 위해 약간씩 겹쳐(Overlap:12%, 56%) 찍을 수 있다. 각각의 디지털 영상에는 GPS 정보자료를 기록한다. GPS 안테나는 공중급유 주입구 바로 후면의 항공기 동체 윗표면에 있는 무장탄약통 뚜껑에 설치되어 있으며, GPS 수신기는 정찰장비 Pod에 내장한다.

GPS 정보는 단지 정찰 장비에만 주게되는 것이고 비행중인 조종사는 알 수 없다. F-16 블록 30계열 항공기에 장착된 GPS를 성능 향상 한다면 정찰용 특수 GPS는 불필요하다.

항공기에 부착한 Pod 자체는 Lockheed Martin사에서 생산한 것으로 300갤론 센터탱크 위치에 장착하여 비행테스트를 하였다.

美 공군 192 전투비행단에서 현재 4개의 Pod를 가지고 있으며, 앞으로 美 공군은 20개 이상을 구입할 계획으로 알려져 있다. 추가 구입되는 Pod는 美 공군 연방방위군의 4~5개 부대에 배분할 예정이며 구입에 대한 결정은 연방방위군이 기존의 4개를 운영해 본 결과에 따라 이루어질 것이다.

(다음호에 계속)